

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

25. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月31日

出願番号
Application Number: 特願2003-095010
[ST. 10/C]: [JP 2003-095010]

出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

REC'D 21 MAY 2004

WIPO

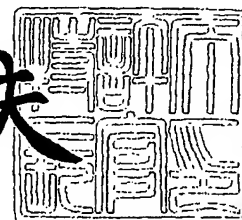
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 544566JP01
【提出日】 平成15年 3月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B21B 15/00
B21B 1/26
H05B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県川西市東多田三丁目5番8号 多田電機株式会社
内

【氏名】 江口 俊信

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県川西市東多田三丁目5番8号 多田電機株式会社
内

【氏名】 坂本 秀夫

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県川西市東多田三丁目5番8号 多田電機株式会社
内

【氏名】 西条 哲弘

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073759

【弁理士】

【氏名又は名称】 大岩 増雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093562

【弁理士】

【氏名又は名称】 児玉 俊英

【選任した代理人】

【識別番号】 100088199

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹中 岑生

【選任した代理人】

【識別番号】 100094916

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 啓吾

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035264

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トランスバース型誘導加熱装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉄心と、この鉄心に巻回されたコイルとからなるインダクタを鉄鋼熱延ラインの粗圧延機と仕上げ圧延機との間で被圧延材を挟んで対向するように配置して、搬送ロールにより搬送される上記被圧延材を交流電源から電力が供給される上記インダクタにより加熱するトランスバース型誘導加熱装置において、上記インダクタの上記被圧延材の板幅方向の鉄心幅を上記被圧延材の板幅より小さくして上記被圧延材の板幅中心線上に配置し、電流浸透深さを δ (m)、上記被圧延材の比抵抗を ρ ($\Omega \cdot m$)、上記被圧延材の透磁率を μ (H/m)、上記交流電源の加熱周波数を f (Hz)、円周率を π 及び上記被圧延材の板厚を tw (m) としたときに、

【数 1】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f \cdot \pi}} \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{tw}{\delta} < 0.95 \quad \text{----- (2)}$$

式 (1) の電流浸透深さ δ が式 (2) を満足させるように上記交流電源の加熱周波数が設定されていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記インダクタの磁極が複数で構成されていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 のいずれか一項において、上記各コイルを直列に接続したことを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項において、上記各インダクタは昇降手段により上記被圧延材の板厚の方向にそれぞれ移動可能に構成されていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項において、上記インダクタを上記被圧延材の進行方向に少なくとも 2 組配置して、上記搬送ロールを上記インダクタ間に配置したことを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項6】 請求項5において、上記各インダクタの鉄心は上記被圧延材の板幅中心線上に配置されていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項7】 請求項5又は請求項6のいずれか一項において、上記搬送ロールは表面を電気絶縁部材でコーティングされていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【請求項8】 請求項1において、上記鉄鋼熱延ラインの上流から下流に向かって上記インダクタを複数台配置して上記各インダクタにそれぞれ個別に上記交流電源を接続して、上記交流電源の加熱周波数を上記鉄鋼熱延ラインの上流から F_1 、 F_2 、 \dots F_n とし、 $K=1.05\sim 1.20$ としたときに、上記各交流電源の加熱周波数が、

$$F_1 > F_2 \times K > \dots > F_n \times K^{n-1} \dots (3)$$

式(3)の関係を満足するように設定されていることを特徴とするトランスバース型誘導加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、鉄鋼熱延ラインに配置されるトランスバース型誘導加熱装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のソレノイド型誘導加熱装置においては、表皮効果によって表面のみが高温になっているのを、板内部に熱エネルギーが十分に拡散して表面の温度が板厚中央より低くなるように所定の時間を取り、板厚方向の温度分布が適切になるようにする（例えば、特許文献1参照）。

さらに、トランスバース型誘導加熱装置においては、仕上圧延機の入側で被圧延材の先端部又は尾端部の幅方向にインダクタを移動させて被圧延材の全範囲を加熱すると共に、インダクタを被圧延材の幅方向端部に移動させて幅方向端部を連続的に加熱するように構成されている（例えば、特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平10-128424号公報（第5頁、図1）

【特許文献2】

特開平1-321009号公報（第3頁、第1図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来のソレノイド型誘導加熱装置では、加熱周波数が高くなるほど誘導電流が被圧延材の表面に集中して流れ、表面の過昇温が大きくなる。また、板厚が厚いほど、内部に対する表面の過昇温が大きくなる。このため、板厚方向の温度分布を適切にする十分な時間が必要となるという問題点があった。

さらに、トランスバース型では、被圧延材の板幅方向の端部及び板の先端部、尾端部のみの加熱を目的としたものであり、板先端部、板尾端部の板幅方向の加熱を行うためにインダクタを板幅中央部に移動させているので、被圧延材の長手方向の板幅中央部を連続的に加熱できないという問題点があった。

【0005】

この発明は、以上のような課題を解決するためになされたもので、被圧延材の長手方向の板幅中央部を連続的に加熱すると共に、被圧延材の表面が過昇温になるのを防止することができるトランスバース型誘導加熱装置を提供することを目的としたものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明に係わるトランスバース型誘導加熱装置は、インダクタを被圧延材を挟んで対向するように配置して、搬送ロールにより搬送される被圧延材を交流電源から電力が供給されるインダクタにより加熱するトランスバース型誘導加熱装置において、インダクタの被圧延材の板幅方向の鉄心幅を被圧延材の板幅より小さくして被圧延材の板幅中心線上に配置し、電流浸透深さを δ (m)、被圧延材の比抵抗を ρ ($\Omega \cdot m$)、被圧延材の透磁率を μ (H/m)、交流電源の加熱周波数を f (Hz)、円周率を π 及び被圧延材の板厚を t_w (m) としたときに、

式（４）の電流浸透深さ δ が式（５）を満足させるように交流電源の加熱周波数が設定されたものである。

【数２】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f \cdot \pi}} \quad \text{----- (4)}$$

$$\frac{tw}{\delta} < 0.95 \quad \text{----- (5)}$$

【0007】

【発明の実施の形態】

実施の形態１．

図１は、この発明の実施の形態１におけるトランスバース型誘導加熱装置の構成図、図２は図１における（板厚）／（浸透深さ）比率と（板表面）／（板中央発熱密度）比との関係を示す説明図、及び図３は図２を拡大した説明図である。

図１から図３において、鉄鋼熱延ラインの粗圧延機（図示せず）と仕上げ圧延機（図示せず）との間で搬送ロール（図示せず）により被圧延材１が搬送されている。そして、被圧延材１を挟んで対向するように一対（１組）のインダクタ２，３が上下に配置されている。インダクタ２，３は、それぞれ被圧延材１の板幅方向の鉄心幅が被圧延材１の板幅より小さい鉄心２a，３aと、鉄心２a，３aに巻回されたコイル２b，３bとで構成されている。各コイル２b，３bには交流電源４から高周波電力が供給され、鉄心２a，３aより発生する磁束で被圧延材１が誘導加熱される。

【0008】

ところで、インダクタ２，３の鉄心幅は加熱パターンにより決定されるが、被圧延材１の板幅から３００mmを減じた値以下とし、さらにインダクタ２，３を被圧延材１の板幅中心線上に配置することにより、板幅端部の過昇温がほぼ解消されると共に、図１（b）に示すように板幅中央部を加熱することが実験によって確認できた。ここで、インダクタ２，３を被圧延材１の中心線上に配置することは、インダクタ２，３の中心が板幅中心線と一致するように配置することも含めて、鉄心２a，３aの一部が板幅中心線上に存在するように板幅の中央

部にインダクタ 2, 3 を配置することである。

鉄鋼熱延ラインでは被圧延材 1 の板幅が 600～1900mm というように範囲が大きい。従って、インダクタ 2, 3 の鉄心 2a, 3a の鉄心幅は、300～700mm の範囲に設定するのがよい。

式 (6) は誘導加熱による電流浸透深さ δ (m) の計算式を示す。

【0009】

【数3】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f \cdot \pi}} \quad \text{----- (6)}$$

【0010】

ここで、 ρ は被圧延材 1 の比抵抗 ($\Omega \cdot m$)、 μ は比圧延材 1 の透磁率 (H/m)、 f は交流電源 4 の加熱周波数 (Hz)、及び π は円周率である。

式 (6) による電流浸透深さ δ と被圧延材 1 の板厚 tw との比率と、板表面と板厚み中央部との発熱密度比率の関係が図 2 及び図 3 に示されている。

加熱前における板厚み方向の温度分布は放熱の影響により板表面の温度が板厚み中央より低くなっている。そこで、(板表面) / (板厚み中央) の発熱密度比を 1.05 以下にすることにより、板表面を適正に加熱することが可能となる。この関係を満足するための条件は、図 3 から被圧延材 1 の板厚 tw と電流浸透深さ δ との関係が式 (7) となる周波数を選択すればよい。

【0011】

【数4】

$$\frac{tw}{\delta} < 0.95 \quad \text{----- (7)}$$

【0012】

鉄鋼熱延ラインにおいて所定の加熱温度で処理される被圧延材 1 の比抵抗 ρ は大よそ $120 \mu \Omega \cdot cm$ 前後で、比透磁率が 1 である。従って、被圧延材 1 の板厚 tw に対する加熱周波数は、 $tw = 25mm$ では $439Hz$ 、 $tw = 30mm$ では $305Hz$ 、 $tw = 40mm$ では $171Hz$ より低い適切な加熱周波数を選定すれば、板表面の過昇温を防止して加熱することができる。

【0013】

図4はトランスバース型とソレノイド型の板厚み方向に対する発熱密度分布を示す説明図である。ソレノイド型は特性5に示すように理論的に板厚中心で発熱密度が0になり、板表面に発熱が集中する。これに対して、トランスバース型は適切な周波数を選定することにより、特性6に示すように発熱分布をほぼ均一にすることができる。

実施の形態1において、インダクタ2, 3を被圧延材1の板幅中心線上に一对(1組)を配置したものについて説明したが、被圧延材1の進行方向に複数組のインダクタ2, 3を板幅方向で同一位置もしくは左右にスライドした位置に配置することにより、板幅の異なる被圧延材1に対応して最適な加熱パターンで加熱することができる。

また、実施の形態1において、インダクタ2, 3は磁極がそれぞれ1極のものについて説明したが、2極以上の複数にしても同様の効果を期待することができる。

さらに実施の形態1において、交流電源4が高周波電力を発生するものについて説明したが、50Hzまたは60Hzの商用周波数電源としても式(5)を満たすことができる。

【0014】

実施の形態2.

図5は、この発明の実施の形態2におけるトランスバース型誘導加熱装置の構成図である。図5(a)において、鉄鋼熱延ラインの粗圧延機(図示せず)と仕上げ圧延機(図示せず)との間で搬送ロール7a, 7bにより被圧延材8が搬送されている。そして、被圧延材8を挟んで対向するようにそれぞれ2個(複数)の磁極を備えた一对のインダクタ9, 10が配置されている。インダクタ9, 10はそれぞれ被圧延材8の板幅方向の鉄心幅が被圧延材8の板幅より小さい鉄心9a, 10aと、各磁極に巻回されたコイル9b, 9c, 10b, 10cとで構成されている。各コイル9b, 9c, 10b, 10cには交流電源(図示せず)から高周波電力が供給され、各鉄心9a, 10aの磁極より発生する磁束で被圧延材8が誘導加熱される。インダクタ9, 10の鉄心幅は実施の形態1と同様

に被圧延材 8 の板幅から 300 mm を減じた値以下として、鉄心 9 a, 10 a を被圧延材 8 の板幅中心線上に配置する。

【0015】

このような構成において、交流電源（図示せず）の周波数（即ち、加熱周波数）を 150 Hz、被圧延材 8 の板厚 40 mm、搬送速度 60 mpm、平均昇温量 20°C の設定条件で加熱したとき、図 5（c）に示すように加熱中の板表面と板厚み中央とがほぼ均一に昇温する。

ここで、ソレノイド型誘導加熱装置においてソレノイドコイルで被圧延材をトランスバース型と同一条件で加熱した場合、被圧延材がソレノイドコイルを通過中は板厚み中央ではほとんど昇温しないで板表面が大きく昇温する。板表面は平均昇温値 20°C の設定に対して一時に約 2.6 倍の 52°C の過昇温となる。

被圧延材 8 の発熱分布は、図 5（b）に示すようにインダクタ 9, 10 と対向する部位から広がり、場合によってはインダクタ 9, 10 の前後に配置された搬送ロール 7 a, 7 b にまで達する。このため、被圧延材 8 に流れる電流が搬送ロール 7 a, 7 b との接点においてスパークが発生する可能性がある。これを防止するために、搬送ロール 7 a, 7 b の表面を例えばセラミック塗料等の電気絶縁部材でコーティングして、被圧延材 8 に流れる電流が搬送ロール 7 a, 7 b に流れ込むのを防止する。

図 6 はトランスバース型とソレノイド型による加熱前後の板温度履歴を示す説明図である。ソレノイド型では昇温設定温度 20°C に板表面及び板厚み中央が収束するのに搬送速度 60 mpm のときに 20 秒以上、距離換算で 20 m を要する。これに対して、トランスバース型では数秒以内で収束する。

【0016】

実施の形態 3.

図 7 は、この発明の実施の形態 3 におけるトランスバース型誘導加熱装置のコイル結線を示す説明図である。図 7 において、交流電源 4 は実施の形態 1 のものと同様のものであり、被圧延材 8 及びインダクタ 9, 10 は実施の形態 2 のものと同様のものである。

図 7（a）において、各インダクタ 9, 10 のコイル 9 b, 9 c, 10 b, 1

0 c は直列に結線され、交流電源 4 及び整合コンデンサ 11 に接続されている。

また、図 7 (b) では被圧延材 8 の上側に配置されたインダクタ 9 のコイル 9 b, 9 c, が直列接続され、下側に配置されたインダクタ 10 のコイル 10 b, 10 c が直列接続されている。そして、被圧延材 8 の上側のコイル 9 b, 9 c と下側のコイル 10 b, 10 c とが交流電源 4 に並列接続されている。

【0017】

図 7 (a) に示すようにインダクタ 9, 10 のコイル 9 b, 9 c, 10 b, 10 c が全て直列接続されている場合は、インダクタ 9, 10 が被圧延材 8 の上下に対称配置されていなくても全てのコイル 9 b, 9 c, 10 b, 10 c に流れる電流が同一となり、各インダクタ 9, 10 の電気損失が等しくなる。

一方、図 7 (b) に示すようにインダクタ 9 のコイル 9 b, 9 c とインダクタ 10 のコイル 10 b, 10 c とが並列接続されている場合は、被圧延材 8 に近い側のコイルのインピーダンスが小さくなって多くの電流が流れるので、被圧延材 8 に近い側のインダクタの電気損失が大きくなる。

【0018】

図 8 は、被圧延材 8 と上インダクタ 9 の鉄心及び下インダクタ 10 の鉄心とのギャップに対する電気損失を示す説明図である。図 8 において、(a) は上下インダクタ 9, 10 の鉄心と被圧延材 8 とのギャップ 90 mm で等しい場合であり、(b) は上インダクタ 9 の鉄心と被圧延材 8 とのギャップが 50 mm、下インダクタ 10 の鉄心と被圧延材 8 とのギャップが 130 mm でコイル 9 b, 9 c, 10 b, 10 c の接続が図 7 (a) に示すものであり、(c) は上下インダクタ 9, 10 と被圧延材 8 とのギャップは (b) と同様で、コイル 9 b, 9 c とコイル 10 b, 10 c とを並列接続した図 7 (b) に示すものである。

【0019】

図 8 は、いずれも被圧延材 8 の平均昇温量が等しくなる条件で比較したものである。上下の各インダクタ 9, 10 の鉄心 9 a, 10 a と被圧延材 8 とのギャップが等しい場合は、図 8 (a) に示すように各インダクタ 9, 10 の電気損失が等しい。これに対して、図 7 (a) に示すように上側のコイル 9 b, 9 c と下側のコイル 10 b, 10 c とを直列接続した場合は、インダクタ 9, 10 が被圧延

材8に対して対称配置されていなくても、全てのコイル9b、9c、10b、10cに流れる電流が同じであるので、各インダクタ9、10の電気損失がほぼ等しい。また、図7(b)に示すように上側コイル9b、9cと下側コイル10b、10cとを並列接続した場合は、図8(c)に示すようにギャップが小さい上インダクタ9側の損失が大きくなり、図7(a)のように接続した場合より損失が大きくなる。

【0020】

以上のように、上側コイル9b、9cと下側コイル10b、10cとを並列接続すると被圧延材8に近い側のコイル9b、9cに多くの電流が流れて近い側のインダクタ9の電気損失が大きくなりコイルの冷却能力が不足するので、コイルに流せる電流が制限されて被圧延材8の昇温値が制限される可能性がある。

これに対して、図7(a)に示すように全てのコイル9b、9c、10b、10cを直列接続することにより各インダクタ9、10の電気損失をほぼ等しくすることができる。

【0021】

実施の形態4.

図9は、この発明の実施の形態4を示す構成図である。図9において、被圧延材1、インダクタ2、3及び交流電源4は実施の形態1のものと同様のものである。

図9において、被圧延材1の板幅方向に移動可能な台車12が配置されている。各インダクタ2、3は被圧延材1を挟んで対向するように昇降手段13、14を介して台車12に配置され、それぞれ個別に昇降可能である。インダクタ2、3のコイル2a、3aは台車12上に配置された整合コンデンサ15、16を介して交流電源4に接続されている。なお、整合コンデンサ15、16は台車12から分離して設置してもよい。

【0022】

このように構成されたトランスバース型誘導加熱装置においては、被圧延材1の上下に配置されたインダクタ2、3を昇降手段13、14により昇降することにより、各インダクタ2、3と被圧延材1とのギャップを任意に調整できる。

図 1 0 は被圧延材 1 と上下に配置されたインダクタ 2, 3 の鉄心 2 a, 3 a とのギャップを変化させた場合の板厚み方向の昇温分布を示した説明図である。上下のギャップが異なると上下のコイル 2 b, 3 b が直列接続か並列接続に拘わらず、ギャップが小さい側の板面の昇温が大きくなる傾向がある。

【 0 0 2 3 】

図 1 1 は（上ギャップ）／（下ギャップ）の比率に対する（板上表面発熱密度）／（板下表面発熱密度）の比率を示す説明図である。図 1 1 において、上下のギャップが異なるとギャップの小さい側の板表面の昇温が大きくなる。このように、上下のギャップが異なる場合には被圧延材 1 の厚み方向で昇温が異なることになるので、被圧延材 1 の板厚に応じて上下ギャップが同じになるように昇降手段 1 3, 1 4 で各インダクタ 2, 3 の位置を調整することにより、板上下面で昇温を合わせることができる。

インダクタ 2, 3 を通過する前の被圧延材 1 の板厚み方向温度分布は、加熱炉内におけるガス加熱による焼き込み具合や被圧延材 1 を支持するスキッドレール（図示せず）への抜熱、あるいは加熱炉抽出後の搬送途上での搬送ロール（図示せず）への抜熱等に起因して、被圧延材 1 の下面側の温度が上面側より低い傾向にある。このような被圧延材 1 の上下面の温度差は板の品質のばらつきや、機械加工性に影響を及ぼす可能性がある。

しかし、上記構成によれば上下の各インダクタ 2, 3 を昇降手段 1 2, 1 3 で昇降させて各インダクタ 2, 3 と被圧延材 1 とのギャップを調整して、下側のギャップを上側のギャップより小さくすることにより、板下面を板上面より高く昇温できるので、板の上下面を均一な温度にすることができる。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 5.

図 1 2 はこの発明の実施の形態 5 における説明図で、被圧延材の進行方向に複数台のトランスバース型誘導加熱装置を設置したものである。図 1 2 (a) は板先端通過時、図 1 2 (b) は板尾端通過時である。

図 1 2 において、被圧延材 1 7 が搬送ロール 1 8 a ～ 1 8 c により図示左方から図示右方へ搬送されている。被圧延材 1 7 の進行方向にライン上流から誘導加

熱装置 19, 20 が配置されている。そして、誘導加熱装置 19, 20 はそれぞれ個別の交流電源（図示せず）を有する。ライン上流側の誘導加熱装置 19 に接続された交流電源（図示せず）の周波数を F_1 とし、ライン下流側の誘導加熱装置 20 に接続された交流電源（図示せず）の周波数を F_2 とする。さらに上流側から n 台目の交流電源（図示せず）の周波数を F_n とし、 $K=1.05 \sim 1.20$ としたときに上流側交流電源（図示せず）と下流側交流電源（図示せず）の周波数が式（8）を満たすように設定する。

$$F_1 > F_2 \times K > \dots > F_n \times K^{n-1} \dots \dots (8)$$

【0025】

トランスバース型誘導加熱装置は被圧延材 17 が上下インダクタ 19a, 20a 間に存在しない無負荷状態ではインピーダンスが大きくなるので、負荷の共振周波数に追従して運転するインバータを交流電源として使用している場合は、図 12 に示すように負荷時よりも周波数が低下する。被圧延材 17 が上流から搬送されていた先端部がインダクタ 19a, 20a を通過する際に上流側の誘導加熱装置 19 の加熱周波数を下流側の誘導加熱装置 20 の加熱周波数より低く設定すると、板先端通過後の誘導加熱装置 19 と板先端部通過中の下流の誘導加熱装置 20 の加熱周波数が一瞬ではあるが一致する。このため、隣接の誘導加熱装置 19, 20 間で磁気干渉が発生して、加熱温度が安定しないとか、電源がトリップする可能性がある。

しかし、ライン上流側の交流電源（図示せず）の周波数を下流側の交流電源（図示せず）の周波数より高くすることにより、上流側の誘導加熱装置 19 を被圧延材 17 の板先端が通過後に電源がトリップするのを防止することができる。

【0026】

【発明の効果】

この発明によれば、インダクタの被圧延材の板幅方向の鉄心幅を被圧延材の板幅より小さくして被圧延材の板幅中心線上に配置し、式（1）の電流浸透深さ δ が式（2）を満足させるように加熱周波数を選択することにより、被圧延材の長手方向の中央部を連続的に加熱すると共に、板表面が過昇温することなく加熱することができる。

【0027】

【数5】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f \cdot \pi}} \quad \text{----- (9)}$$

$$\frac{tw}{\delta} < 0.95 \quad \text{----- (10)}$$

【0028】

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1におけるトランスバース型誘導加熱装置の構成図である。

【図2】 図1における（板厚）／（浸透深さ）比率と（板表面）／（板中央発熱密度）比との関係を示す説明図である。

【図3】 図2を拡大した説明図である。

【図4】 トランスバース型とソレノイド型の板厚み方向に対する発熱密度分布を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態2におけるトランスバース型誘導加熱装置の構成図である。

【図6】 トランスバース型とソレノイド型による加熱前後の板温度履歴を示す説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態3におけるトランスバース型誘導加熱装置のコイル結線を示す説明図である。

【図8】 図7において、被圧延材と上インダクタの鉄心及び下インダクタの鉄心とのギャップに対する電気損失を示す説明図である。

【図9】 この発明の実施の形態4を示す構成図である。

【図10】 被圧延材とインダクタの鉄心とのギャップを変化させた場合の板厚み方向の昇温分布を示した説明図である。

【図11】 （上ギャップ）／（下ギャップ）の比率に対する（板上表面発熱密度）／（板下表面発熱密度）の比率を示す説明図である。

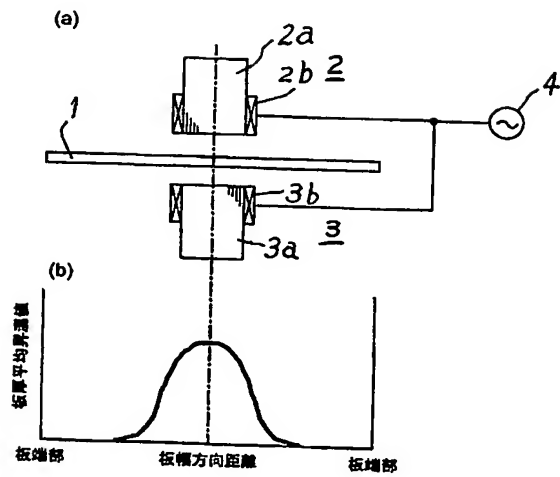
【図12】 この発明の実施の形態5における説明図である。

【符号の説明】

1, 8, 17 被圧延材、
 2, 3, 9, 10, 19a, 20a インダクタ、
 2a, 3a, 9a, 10a 鉄心、
 2b, 3b, 9b, 9c, 10b、10c コイル、
 7a, 7b, 18a, 18b, 18c 搬送ロール、12, 13 昇降手段、
 19, 20 誘導加熱装置。

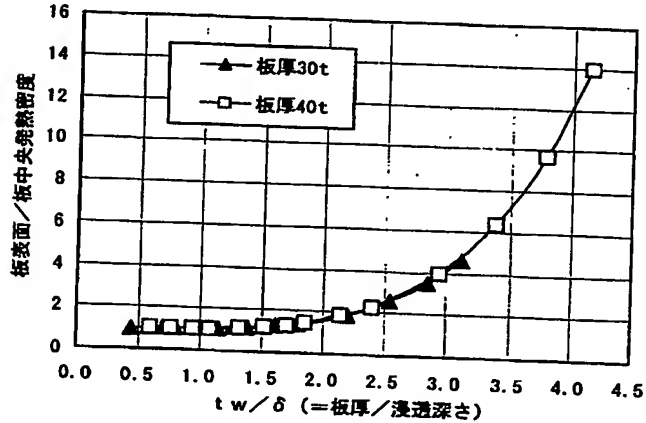
【書類名】 図面

【図 1】

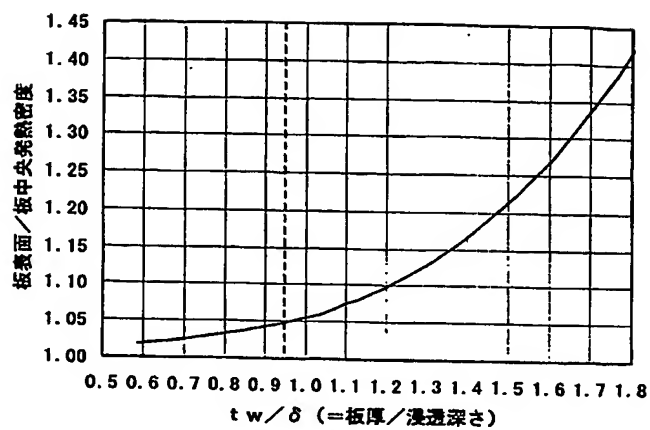


1: 被圧延材
2, 3: インダクタ
2a, 3a: 鉄心
2b, 3b: コイル

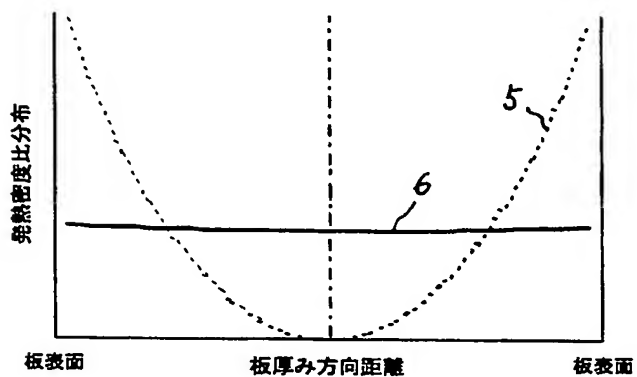
【図 2】



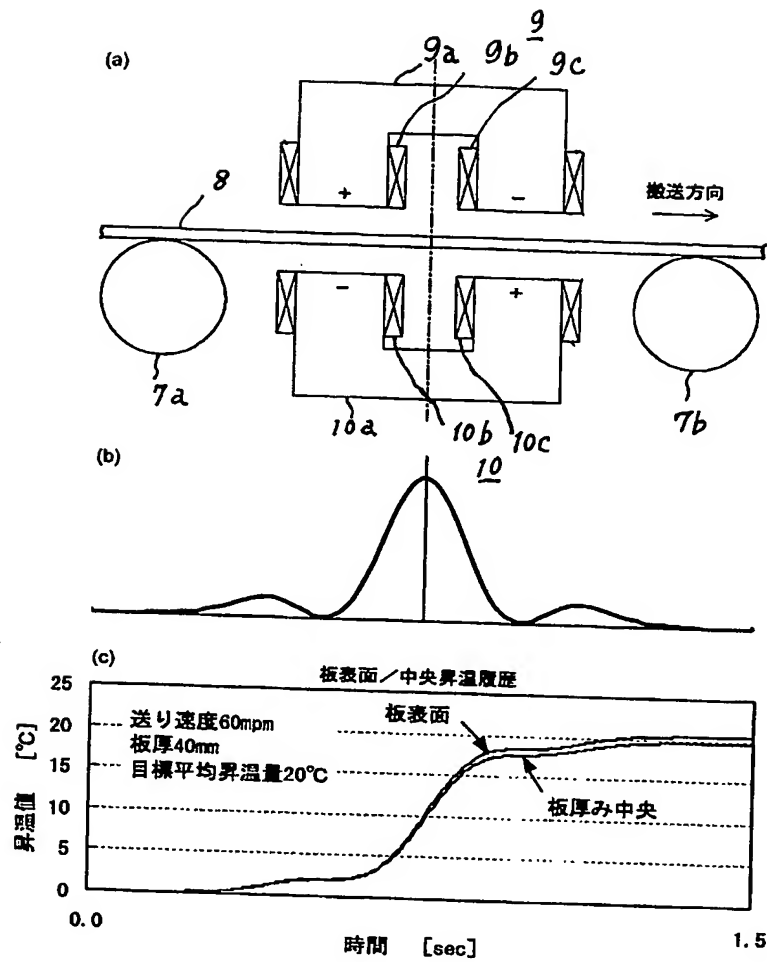
【図 3】



【図 4】



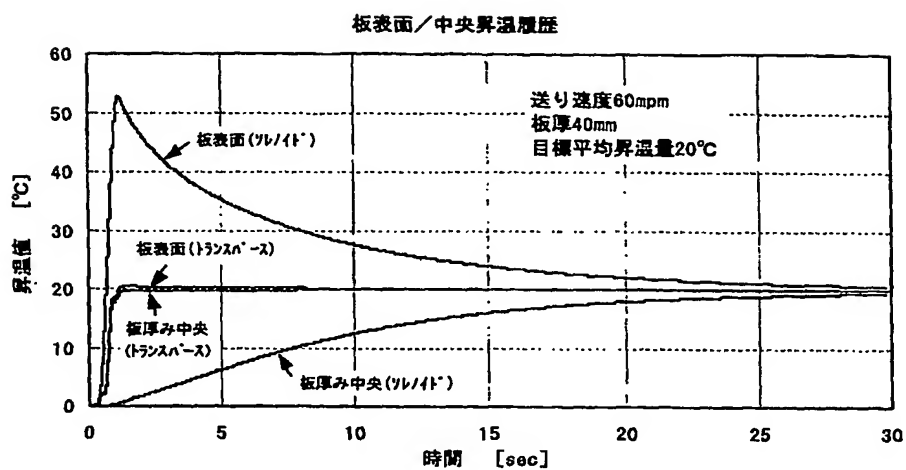
【図5】



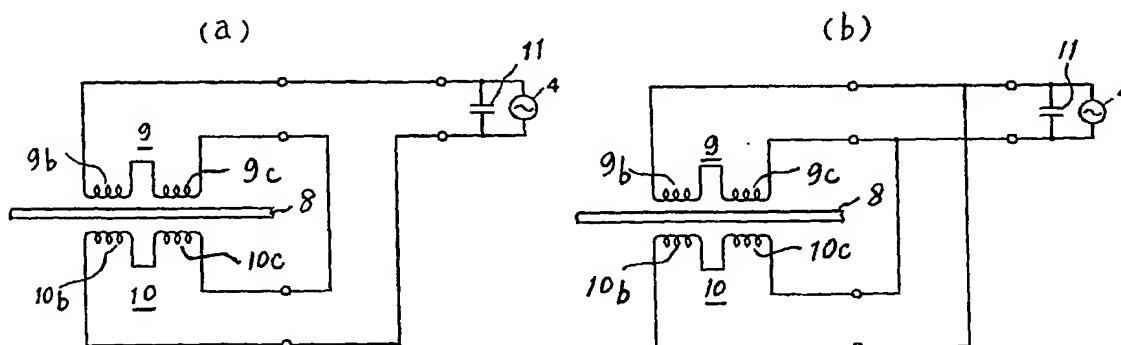
7 a, 7 b : 搬送ロール
8 : 被圧延材
9, 10 : インダクタ

9 a, 10 a : 鉄心
9 b, 9 c, 10 b, 10 c : コイル

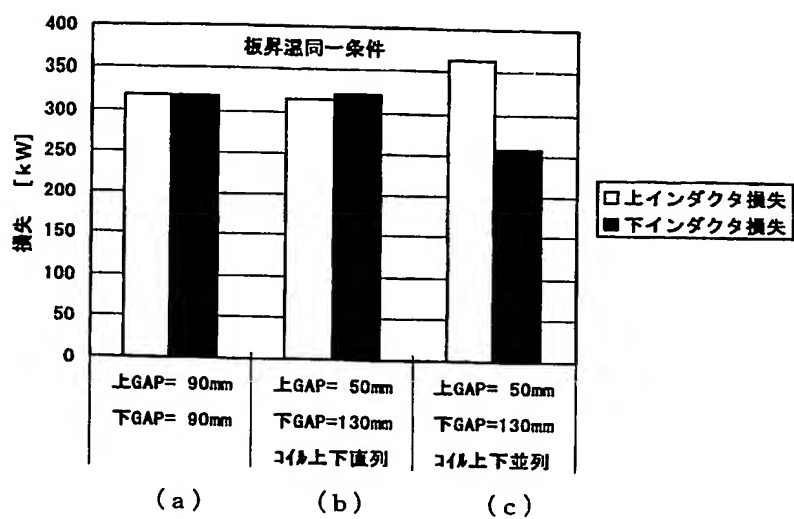
【図6】



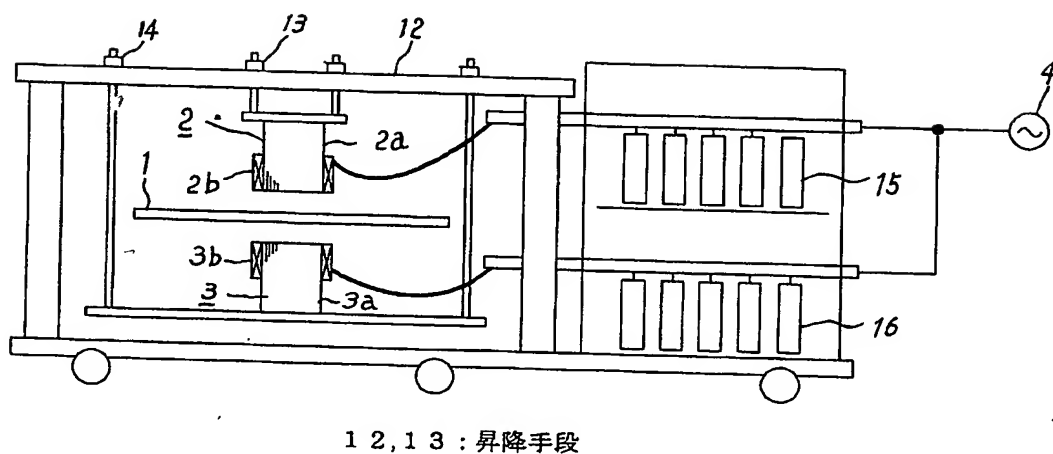
【図7】



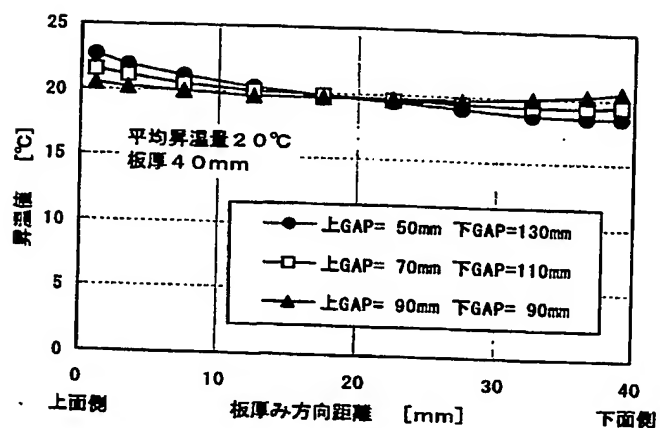
【図 8】



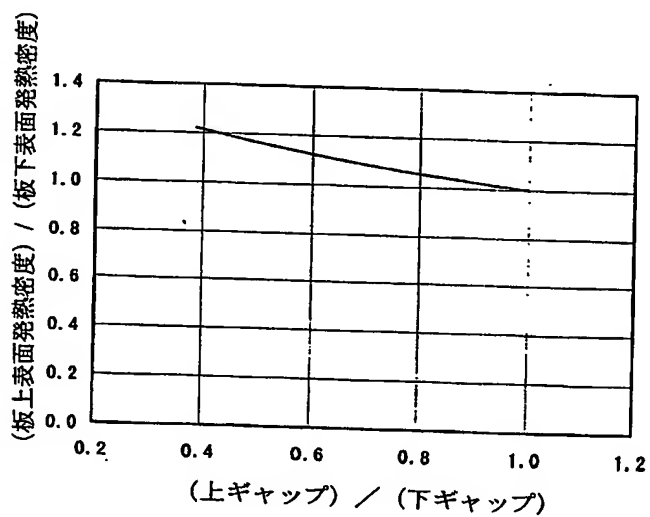
【図 9】



【図 10】



【図 11】



(a)

17 19 19a 20a

板先端

18a 18b 18c

19a 板先端通過時

20a

加熱装置のインダクタンス

誘導加熱装置 19

誘導加熱装置 20

板先端の位置

(b)

17 19 20

板尾端

18a 18b 18c

19 板尾端通過時

20

加熱装置のインダクタンス

誘導加熱装置 19

誘導加熱装置 20

板尾端の位置

17: 被圧延材
18a: 搬送ロール
18b: 搬送ロール
18c: 搬送ロール
19, 20: 誘導加熱装置
19a, 20a: インダクタ

17:被圧延材
18a:搬送ロール
18b:搬送ロール
18c:搬送ロール
19, 20:誘導加熱装置
19a, 20a:インダクタ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被圧延材の長手方向の中央部を連続的に加熱し、被圧延材の表面が過昇温になるのを防止する。

【解決手段】 被圧延材 1 を交流電源 4 から電力が供給されるインダクタ 2, 3 により加熱するトランスバース型誘導加熱装置において、インダクタ 2, 3 の被圧延材 1 の板幅方向の鉄心幅を被圧延材 1 の板幅より小さくして被圧延材 1 の板幅中心線上に配置し、電流浸透深さを δ (m)、被圧延材 1 の比抵抗を ρ ($\Omega \cdot m$)、被圧延材 1 の透磁率を μ (H/m)、交流電源 4 の加熱周波数を f (Hz)、円周率を π 及び被圧延材 1 の板厚を t_w (m) としたときに、式 (1) の電流浸透深さ δ が式 (2) を満足させるように交流電源 4 の加熱周波数を設定する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 5 0 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社